УДК 621.9.06:623.5

Расчёт несущей конструкции рамы секции ограждения для упрочнения труб лонжеронов

С. А. Шамшура, М. Е. Попов
(Донской государственный технический университет)

Приведена методика проверочного расчёта на устойчивость секций несущей части ограждения стенда виброударного упрочнения. В качестве расчётной схемы принята арочная конструкция.
Ключевые слова: *расчёт конструкции, рама ограждения.*

Введение. Значительные габариты системы шумозащиты и необходимость снижения металлоёмкости и расхода шумопоглощающих материалов, т. е. малой толщины стенок секций, привели к необходимости расчёта несущей конструкции на устойчивость. Методика и результаты расчётов приведены ниже.

Результаты расчёта. Расчёт выполнен по справочному пособию [1] для рамы, имеющей арочную геометрическую схему (парабола, рис. 1), определяемую формулой:

$$Y = \frac{4a}{l^2} \cdot X \cdot (l - X)$$

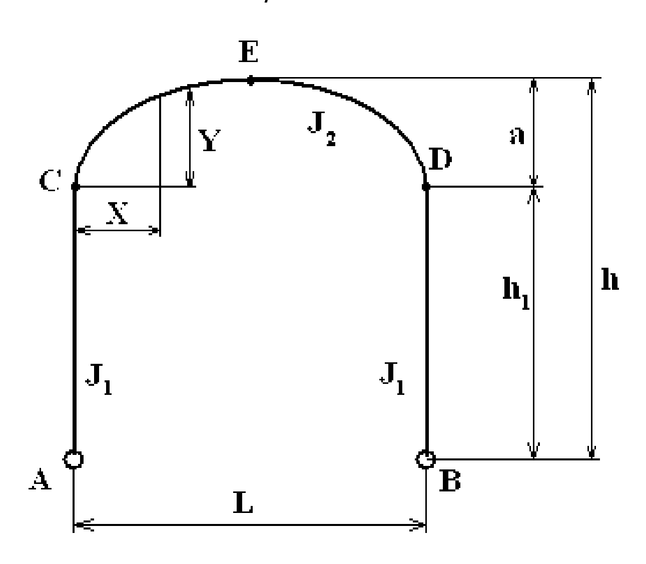


Рис. 1. Сечение рамы

Конструктивные размеры:

h = 2,55 м; h_1 = 1,06 м; a = 1,49 м; l = 5,06 м.

Момент инерции профиля сечения стоек и арки:

$J_1 = J_2$ = 111,99 см^4 —

профиль швеллер стальной гнутый равнопологий 100×60×3 ГОСТ 8278-83.

Вспомогательные коэффициенты:

$$R = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h_1}{L} = \frac{111,99}{111,99} \cdot \frac{1,06}{5,06} = 0,21;$$

$$F = R + 1 = 0,21 + 1 = 1,21;$$

$$G = 2R + 3 = 2 \cdot 0,21 + 3 = 3,42$$

$$N = 5h_1^2 G + 4a\left(5h_1 + 2a\right) = 5 \cdot 1,06^2 \cdot 3,42 + 4 \cdot 1,49\left(5 \cdot 1,06 + 2 \cdot 1,49\right) = 68,56$$

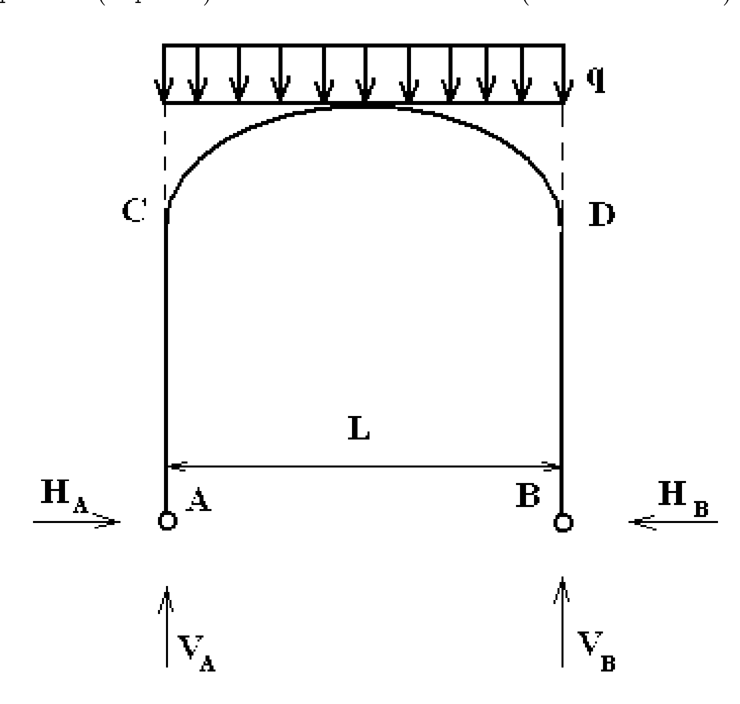


Рис. 2. Схема загрузки рамы

Погонная нагрузка от веса элементов, входящих в раму, на погонный метр:

1. $P_{швеллера} = \dfrac{4,93 \cdot 6,3}{5,06} = 6,1\ ^{кг}\!/_{п.м}$

L = 6,3 м – общая длина швеллера арки.

2. $P_{прогонов} = \dfrac{2,23 \cdot 5\ шт}{5,06} = 2,2\ ^{кг}\!/_{п.м}$

3. $P_{мин} = 3,75\ ^{кг}\!/_{п.м}$

4. $P_{сетка} = 0,5\ ^{кг}\!/_{п.м}$

5. $P_{обшивка} = 11,2\ ^{кг}\!/_{п.м}$

6. $P_{крепёж} = 0,7\ ^{кг}\!/_{п.м}$

$$q = K \cdot \left(P_{швел} + P_{прогон} + P_{мин.вата} + P_{сетка} + P_{обшивка} + P_{креп}\right) = 24,45\ ^{кг}\!/_{п.м} = 0,0245\ ^{т}\!/_{п.м}$$

где K = 1,1 — коэффициент перегрузки.

Грузовые коэффициенты определены по таблице «Силовых схем и грузовых коэффициентов» на стр. 252, поз. II.

$$\Delta_0 = q \cdot l^2 = 0,0245 \cdot 5,06^2 = 0,627$$

$$\Delta_1 = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{0,627}{2} = 0,313$$

$$\Delta_2 = \frac{q \cdot l^2}{3} = \frac{0,627}{3} = 0,209$$

$$\Delta_3 = \frac{q \cdot l^2}{4} = \frac{0,627}{4} = 0,157$$

$$\Delta_4 = \frac{q \cdot l^2}{5} = \frac{0,627}{5} = 0,125$$

Узловой и опорные моменты и опорные реакции.

$$H_A = H_B = \frac{5}{2N}\left[\left(3h_1 + 2a\right)\cdot\Delta_1 - 3\cdot h_1\cdot\Delta_2 - 2a\left(2\cdot\Delta_3 - \Delta_4\right)\right] =$$

$$= \frac{5}{2\cdot 68,56}\left[\left(3\cdot 1,06 + 2\cdot 1,49\right)\cdot 0,313 - 3\cdot 1,06\cdot 0,209 - 2\cdot 1,49\cdot\left(2\cdot 0,157 - 0,125\right)\right] = 0,013\,т = 13\,кг$$

$$V_B = \frac{\Delta_1}{l} = \frac{0,313}{5,06} = 0,062\,т = 62\,кг$$

$$V_A = \frac{\Delta_0}{l} - V_B = \frac{0,627}{5,06} - 0,062 = 0,062\,т = 62\,кг$$

Изгибающие моменты в узлах рамы C и D:

$$M_c = M_D = -h_1\cdot H_A = -1,06_м \cdot 13_{кг} = -13,78\,кгм$$

$$M_E = M_E^0 + \frac{h}{h_1}M_c = 78,25 + \frac{2,55}{1,06}\cdot\left(-13,78\right) = 45,1\,кгм$$

где M_E^0 — момент простой балки CD в точке E.

$$M_E^0 = M_{\max} = \frac{q\cdot l^2}{8} = \frac{24,45\cdot 5,06^2}{8} = 78,25\,кгм\,.$$

Общая вертикальная нагрузка на каток секции укрытия будет равна удвоенной опорной реакции, приходящейся от двух рам и веса боковых панелей (см. рис. 3):

$$V_K = 2\cdot\left(N_A + q\right) = 2\cdot\left(62 + 24,45\right) = 172,9\,кг\,.$$

Общая горизонтальная нагрузка на каток секции равна горизонтальной реакции от двух рам, опирающихся на один каток:

$$H_K = 2\cdot H_A = 2\cdot 13 = 26\,кг\,.$$

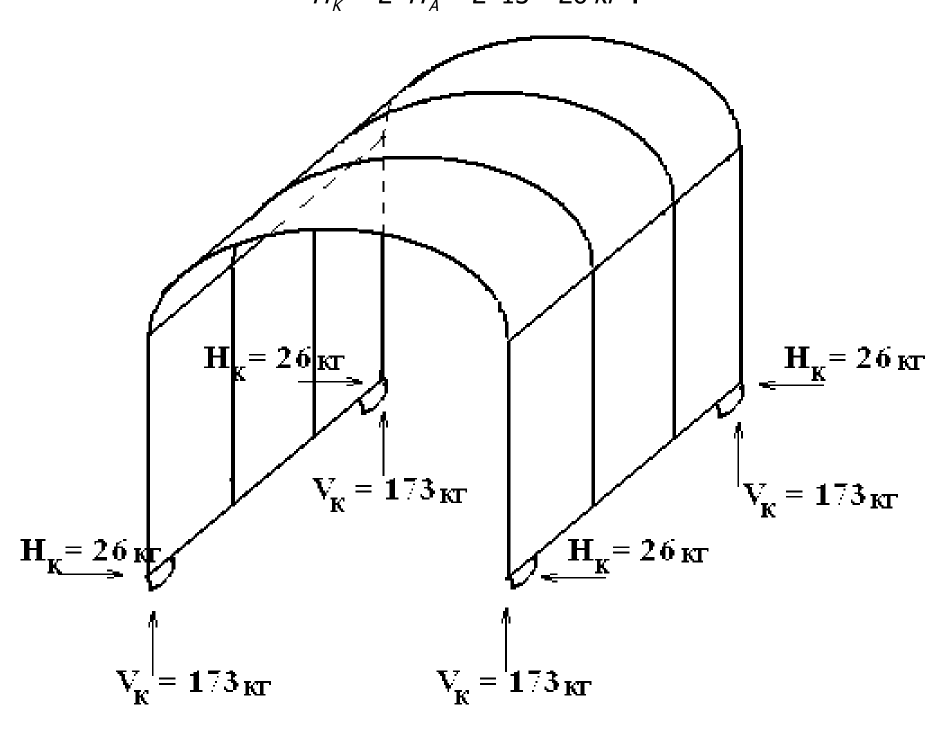


Рис. 3. Схема нагружения на катки рамы

Заключение. Стрела прогиба для свободно опёртой по концам балки, нагруженной сплошной равномерной нагрузкой q = 0,245 кг/см, составит:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot J} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,245 \cdot 506^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 111,99} = 0,88\ см\ ,$$

где $E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см^2 — модель продольной упругости для малоуглеродистой стали; J = = 111,99 см^4 — момент сечения профиля ригеля рамы; L = 506 см — длина ригеля рамы.

Таким образом, выполнено условие допустимой величины стрелы прогиба для таких габаритных размеров (f = 120 мм), что и подтверждает устойчивость предложенной конструкции ограждения.

Библиографический список

1. Глушков, Г. С. Формулы для расчёта неразрезных балок и рам / Г. С. Глушков, И. Р. Егоров, В. В. Ермолов; под ред. Г. С. Глушкова. — Москва: Госгортехиздат, 1960. — 343 с.

Материал поступил в редакцию 13.03.2012.

References

1. Glushkov, G. S. Formuly` dlya raschyota nerazrezny`x balok i ram / G. S. Glushkov, I. R. Egorov, V. V. Ermolov; pod red. G. S. Glushkova. — Moskva: Gosgortexizdat, 1960. — 343 s. — In Russian.

CALCULATION OF GUARD SECTION FRAME SUPPORT FOR LONGERON PIPE HARDENING

S. A. Shamshura, M. E. Popov
(Don State Technical University)

The checking stability calculation techniques for the guard support sections of the vibro-shock hardening stand is performed. The arched construction is accepted for the analytical model.

Keywords: *structural analysis, guard frame.*